採用電子商務對台灣製造業總要素生產力的影響

劉定焜・陳忠榮・黃盈棠*

本文建構台灣製造業1999、2000與2002年的 panel data, 探討電子商務採用對總要素生產力的影響。除一般電子商務採用模式外, 並且納入網路外部性與電子商務採用爲內生變數的考量。此外, 本文將樣本區分爲中小型與大型企業; 高科技與傳統產業, 藉此評估各子樣本, 採用與未採用電子商務對生產力的影響。實證結果顯示: (1) 較高的產業內網路外部性效果與較多的自動化投入, 廠商越可能採用電子商務; (2) 採用電子商務對提升生產力具有正向顯著影響, 尤其是高科技廠商與大型廠商。

關鍵詞: 總要素生產力, 電子商務採用, 網路外部性, 內生二元變數
JEL 分類代號: D24, L60

1 前言

在知識經濟下的動態環境中, 企業設法從激烈的競爭環境中保持優勢, 並設法脫穎而出。根據新興古典學派的理論, 持續維持企業長期技術進步的成長, 爲企業致勝的重要關鍵。如新的生產技術、新的投入要素或其他專業領域知識等創新投入的引進, 均會使得均衡的市場結構產生變化 (Geroski and Pomroy, 1990; 陳忠榮等人, 2000)。1990年代後, 台灣製造業面臨了基層勞力不足、科技人才缺乏、土地取得不易與環保意識高漲的困境。爲維持競爭優勢, 一些廠商開始進行產業外移, 將重心移至東南亞國家與中國

*作者分別爲朝陽科技大學財務金融系助理教授、國立中央大學產業經濟研究所教授與博士後研究員。陳忠榮爲通訊作者。作者感謝負責本文的編輯與兩位評審的意見, 以及國科會的經費補助 NSC94-2415-H-008-004。

期刊資料庫

大陸, 而留在台灣的產業則積極尋求技術與產業升級。然而, 國際經濟局勢變動與日遽增, 資訊科技 (information technology, IT) 的進展亦一日千里, 加上網際網路 (Internet) 與電子商務 (e-commerce) 應用普及化的推波助瀾下, 全球的經營環境丕變。因此, 應用網際網路與電子化技術的能力, 已成爲現今廠商所面臨的最主要機會與挑戰 (Kambil, 1995)。

Litan and Rivlin (2001) 認爲企業應用網路具有促進生產力成長的潛力。因爲企業透過網路, 可以顯著的減少生產與分配財貨與勞務的交易成本, 使企業能更有效的管理供應鏈 (supply chains), 並且讓企業與客戶或與協力廠商之間的溝通更加便利, 進而提升管理效率與競爭力。根據 Lucking-Reiley and Spulber (2001), 廠商投入電子商務, 經由自動化的成本效益、新市場中介所形成的經濟利益, 以及企業組織內供需垂直整合的擴大, 可以對生產力產生貢獻。因此, 許多經濟學者除主張電子商務是網路與相關技術在商業應用的呈現外, 同時指出電子商務將顯著的降低交易成本, 並藉由移動生產邊界或產生規模報酬的增加, 進一步誘發生產力與經濟成長 (Freebairn, 2004; Garicano and Kaplan, 2001; Kambil, 1995; Moodley and Morris, 2004; Wen, 2004; Willis, 2004)。例如, 電子商務對廠商生產力影響的計量實證研究: Goss (2001) 以美國1997–1999年產業混合的時間數列與橫斷面資料爲研究樣本, 探討美國產業的網路使用率對美國生產力成長的貢獻度。實證結果顯示, 美國產業的網路使用率對美國生產力成長, 具有正且顯著的影響, 每年提升生產力成長約0.25%。Konings and Roodhooft (2002) 則調查比利時廠商運用電子商務對企業績效的影響, 實證結果顯示電子商務對中小企業的生產力並無影響, 而大企業從事電子商務不論是線上銷售或是線上採購, 對生產力皆有顯著的影響。

就我們所知, 近年來探討電子商務與生產力的計量模型已有許多的發展, 例如, Iacovou et al. (1995)、Fraumeni (2001) 與 Willis (2004) 等人, 分別探討電子資料交換 (electronic data interchange, EDI)、電子商務衡量、以及電子商務成長對經濟的影響。Wen (2004) 則是以一模擬的計量理論模型探討此議題。然而, 在現存的實證研究中, 大部分都忽略了新技術採用爲內生變數的可能性。根據 Windrum and Berranger (2004) 與 Hollenstein and Worter (2004) 的實證研究, 發現廠商規模越大, 投入電子商務的可能

臺灣大學學術期刊資料庫

性也越高。此外, Hollenstein and Worter (2004) 也發現網路外部性或外溢效果, 對電子商務採用的機率也有顯著的影響性。而 Chen et al. (2004) 則於研究中發現, 電子商務網路外部性, 對廠商生產力具有正且顯著的影響。除了電子商務的採用對生產力具有影響外, 具有較高生產力的廠商, 對於電子商務的採用機率與意願亦可能越高。此外, 由於廠商的生產力可能由上述一些可觀察與不可觀察的一般要素, 例如廠商規模、企業型態、競爭壓力、合作關係或是經理人的遠見所影響, 而這些要素也會影響電子商務的採用決策, 使得廠商採用電子商務會產生內生性的問題。若未將變數內生性納入考慮, 則單一模型的普通最小平方法 (Ordinary Least Squares, 以下簡稱 OLS) 的估計結果將產生偏誤。因此, 爲了進一步確認採用電子商務是否存在內生性的問題, 本文運用內生性檢定 (endogeneity test), 以進一步驗證模型設立的正確性。此外, 解釋變數若存在內生性問題, 本文採用工具變數估計法來解決。而運用此估計方法, 可能會存在工具變數選取適當與否的問題。因此, 本文使用 overidentificaton restrictions 及弱工具變數此兩項檢定, 來確認與驗證工具變數選取之適當性。

採用電子商務另一項異於其他傳統投入的特質, 在於電子商務會產生相當程度的網路外部性, 或是產生所謂的知識外溢 (knowledge spillovers) 或學習效果 (learning effects)。Romer (1986) 認爲一個企業或產業成功採用先進技術的知識, 會自然的外溢到其他企業或產業。Carlsson (1997) 強調技術系統中, 其最重要的特徵是具備了知識與外溢的機能。[1] 在此考量下, 本文將強調電子商務的網路外部性效果, 納入實證模型的必要性。與其他僅探討單一直接網路效果 (network effects) 的文獻相較, 本文最大不同之處在於, 同時考慮了電子商務網路效果中的直接與間接效果, 並將此兩效果設爲網路外部性的權數, 藉以和 R&D 外溢效果區隔。此外, 過去文獻多以投入面 (input-side) 的網路使用程度, 當作廠商投入電子化或是電子商務的代理變數, 而網路使用狀況存在估計與量化的問題, 且電子化技術應用層面廣泛, 並不限於網際網路。因此, 本文以產出面指標 (output-side indicator), 即以電子商務的交易金額建構電子商務存量, 作爲衡量廠商使用電子商務的代理變數。

[1] Carlsson (1997) 所指的技術系統包括廠商自動化、電子化與電腦化、生物科技與粉末技術。

臺灣大學學術期刊資料庫

由上述文獻可知, 近年來探討電子商務與生產力的計量模型已有許多的發展, 但相關議題的研究集中在已開發國家, 例如美國 (Goss, 2001; Litan and Rivlin, 2001; Oliner and Sichel, 2000) 與歐洲 (Konings and Roodhooft, 2002), 甚少觸及新興工業國家 (newly industrializing economies, NIEs)。此外, 相關議題的研究, 均未將電子商務採用對生產力的影響, 納入內生性的考量, 亦未採用廠商層級 (firm-level) 的 panel data 來探討此議題。因此, 本文以台灣經驗爲基礎的實證結果, 應能提供其他 NIEs 或開發中國家具有價值性的參考。由於台灣以中小企業爲主體, 而台灣亦爲全球生產、製造資訊科技設備的重鎮, 不論在半導體、電腦與通訊設備等領域皆具有舉足輕重的地位。[2] 爲進一步瞭解不同廠商規模以及產業屬性的廠商, 在投入電子商務活動後, 對於總要素生產力 (total factor productivity, TFP) 的影響是否有所差異。本文進一步將樣本區分爲中小型與大型企業; 以及高科技與傳統產業, 藉此評估各子樣本, 採用與未採用電子商務的廠商對總要素生產力的貢獻度。[3]

本文的架構如下: 第2節概述台灣製造業電子商務的應用狀況; 實證資料的收集以及實證模型的建構呈現於第3節; 第4節爲實證結果與討論; 最後則爲本文的結論、政策意涵和研究限制。

2 台灣製造業的電子商務活動

在知識經濟的時代, 台灣企業若要增加市場佔有率必須迅速反映市場需求, 從訂單、製造到運送, 以電子化的技術迅速確實的將貨物送達至客戶手中。爲能及早吸收資訊, 創造與累積知識, 並維持企業長期技術進步的成長, 投入知識資本 (knowledge capital) 成爲目前各產業的投資重點。全球電子商務總額由1995年從零開始, 到1997年增爲260億美元, 預估2003–05年可達1兆美元 (OECD, 1999)。

[2]請參考 Chung (1997) 與 Branstetter and Chen (2006) 有關台灣高科技產業的討論。

[3]根據經濟部統計處所定義的資訊電子產業, 本文將標準產業分類 (SIC) 中31與33欄位的廠商 (1996年版本) 定義爲高科技產業, 其餘產業歸類爲傳統產業。中小企業定義爲勞動人數小於或等於200人的廠商, 勞動人數大於此數值的廠商則列爲大型企業, 此分類則源引行政院主計處的定義。

期刊資料庫

表 1: 台灣製造業利用 E-mail/Internet 交易之金額 (億元) 與比例 (%) (2001–2002)

	經由 E-mail 採購的金額	經由 E-mail 銷售的金額	經由 E-mail 採購金額/總採購金額	經由 E-mail 銷售金額/總銷售金額
2001	1,699	2,539	6.51	5.97
2002	2,140	3,177	7.39	6.81
	經由 Internet 採購的金額	經由 Internet 銷售的金額	經由 Internet 採購金額/總採購金額	經由 Internet 銷售金額/總銷售金額
2001	903	2,095	3.46	4.93
2002	1,741	2,747	6.01	5.89

資料來源: 製造業自動化及電子化調查, 經濟部統計處。

鑑於現今科技日新月異, 資訊、網路及電子商務的競速, 產業面臨前所未有的變動及挑戰。台灣政府爲推動製造業朝向未來的電子化發展, 強化產業間上下游的整合, 並且於1999年, 將原核定的「產業自動化計畫」擴大爲「產業自動化及電子化推動方案」。除繼續推動生產、倉儲、運送及銷管四方面之自動化工作外, 並選擇重要行業積極推動供應鏈及需求鏈 (demand chains) 的電子商務, 以提升產業生產力及國家競爭力。

表 1 爲台灣製造業 2001–2002 年間的電子商務活動狀況。第二至四欄代表台灣製造業電子商務交易總額 (包含採購與銷售), 與電子商務交易金額佔總交易金額的比例。資料顯示, 兩項數據呈現出遞增的趨勢。經由電子郵件進行採購的金額 (比例) 在 2002 年達 2,140 億元 (7.39%), 較 2001 年增加了 441 億元 (0.9%)。經由網際網路進行採購的金額 (比例) 由 2001 年的 903 億元 (3.46%) 增爲 2002 年的 1,741 (6.01%) 億元, 增加幅度約達 1.9 倍 (1.7 倍)。同時, 經由電子郵件進行銷售的金額 (比例) 也從 2001 年 2,539 億元 (5.97%), 成長爲 2002 年的 3,177 億元 (6.81%)。而經由網際網路進行銷售的金額 (比例), 在 2002 年達 2,747 億元 (5.89%), 較 2001 年的銷售額, 其躍升幅度約達 31.12%。

表 2 爲台灣製造業 1999–2002 年採用電子商務廠商家數的分析。表中呈現, 各樣本採用電子商務的廠商家數, 在 1999–2001 年期間有逐年遞增

臺灣大學圖書館 期刊資料庫

表 2: 台灣製造業採用電子商務廠商家數分析 (1999–2002)

	採用電子商務廠商家數	未採用電子商務廠商家數	廠商家數合計	電子商務採用率	電子商務採用率平均值
全樣本					
1999	130	1,746	1,876	6.93%	
2000	157	1,719	1,876	8.37%	
2001	628	1,248	1,876	33.50%	
2002	618	1,258	1,876	32.94%	20.44%
中小企業					
1999	73	1,230	1,303	5.60%	
2000	90	1,213	1,303	6.91%	
2001	408	895	1,303	31.31%	
2002	422	881	1,303	32.39%	19.50%
大型企業					
1999	57	516	573	9.94%	
2000	67	506	573	11.69%	
2001	220	353	573	38.39%	
2002	196	377	573	34.21%	23.56%
傳統產業					
1999	84	1,421	1,505	5.58%	
2000	103	1,402	1,505	6.84%	
2001	457	1,048	1,505	30.37%	
2002	452	1,053	1,505	30.03%	18.21%
高科技產業					
1999	46	326	371	12.40%	
2000	54	317	371	14.55%	
2001	171	200	371	46.09%	
2002	166	205	371	44.74%	29.45%

資料來源: 本研究整理。

註: 1. 當年度運用電子郵件或以網際網路進行銷售或採購的廠商, 定義爲採用電子商務廠商。

2. 電子商務採用率 = 採用電子商務廠商家數/各樣本總廠商家數。

3. 電子商務採用率平均值, 爲各樣本在各年度的電子商務採用率平均值。

臺灣人文社會學術期刊資料庫

表 3: 台灣製造業已使用電子化技術項目 (2002)

(複選, 單位: %)

	總計	四大產業			
		金屬機械產業	資訊電子產業	化學產業	民生產業
Network construction	63.98	57.39	70.52	58.54	64.90
ERP	59.02	59.85	67.70	54.74	43.71
SFCS	37.79	31.28	35.11	42.28	47.02
PDM	32.48	35.71	36.59	25.47	27.48
EDI	27.91	30.54	32.44	22.22	21.19
ASP	21.00	20.44	21.04	18.70	24.50
CRM	16.27	15.27	17.48	15.45	15.89
SCM	15.58	19.21	17.33	10.84	12.58
E-marketplace	8.62	9.85	8.74	6.78	8.94
其他項目	0.29	0.49	0.30	0.27	0.00

資料來源: 製造業自動化及電子化調查, 經濟部統計處。
註: Network construction, 包括網際網路、企業內部與外部網路的建置與管理。ERP (enterprise resource planning): 企業資源規劃系統。SFCS (shop floor control systems): 現場作業自動控制系統。PDM (product data management) 產品資料管理系統。EDI (electronic data interchange): 電子資料交換專屬系統。ASP (application service providers): 電腦系統委外服務應用。CRM (customer relations management): 客戶關係管理系統。SCM (supply chain management): 供應鏈管理系統。E-marketplace (電子市集) 爲交易平台的應用。

的趨勢, 特別是在 2000–2001 年間, 採用電子商務的廠商家數增加的幅度尤其明顯。例如, 在全體樣本中, 2000 年採用電子商務的廠商家數僅有 157 家, 到了 2001 年採用電子商務的廠商家數則大幅增加爲 628 家。另外, 可以觀察到各樣本除了中小企業, 其採用電子商務的廠商家數, 在 1999–2002 年期間, 有逐年遞增的趨勢外, 其餘的樣本資料顯示, 採用電子商務的廠商家數, 在 2001–2002 年期間, 有微幅減少的現象。全體樣本各年度的電子商務採用率平均值爲 20.44%, 子樣本在各年度的電子商務採用率平均值, 以高科技產業最高, 其平均值達 29.45%。

另外, 根據表 3, 在 2002 年台灣製造業, 應用率最高的電子化技術是

臺灣大學學術期刊資料庫

網路建置與管理 (包含網際網路、企業內部與外部網路的建構), 使用率達63.98%。其次是企業資源規劃 (enterprise resource planning, ERP) 應用率達 59.02%, 第三項則是應用率達 37.79%的現場作業自動控制系統 (shop floor control systems, SFCS)。表 3的資料顯示, 台灣製造業對於電子化技術的運用層面已相當廣泛。然而, 客戶關係管理系統 (customer relations management, CRM), 供應鏈管理系統 (supply chain management, SCM), 與交易平台應用如電子市集 (e-marketplace) 等, 上述三項電子化技術的應用率則低於 17%。

而經濟效益的評估, 攸關企業的投資策略, 並且與政府相關單位的租稅獎勵或減免、經費補助, 以及相關輔導政策的成功與否有極大關聯。根據經濟部統計處的產業自動化及電子化調查, 顯示有相當比例的企業, 急切獲得電子商務投入對企業效益評估的資訊。因此, 不論是政府在協助企業推動與導入電子商務, 或是企業自行加速內部電子化程度之餘, 深入探討企業投入電子商務對生產力影響程度的研究具有其必要性。[4]

3 實證模型、變數衡量與資料的收集

除了電子商務的採用對生產力具有影響外, 具有較高生產力的廠商, 對於電子商務的採用機率與意願亦可能越高。此外, 由於廠商的生產力可能由上述一些可觀察與不可觀察的一般要素, 例如廠商規模、企業型態、競爭壓力、合作關係或是經理人的遠見所影響, 而這些要素也會影響電子商務的採用決策, 使得廠商採用電子商務會產生內生性。若未將變數內生性納入考慮, 則單一模型的 OLS 估計結果將產生偏誤。因此, 本文採用兩階段實證模型的架構, 設定總要素生產力函數與電子商務採用函數, 衡量電子商務採用對生產力的貢獻, 藉此避免傳統以 OLS 單一迴歸估計所產生的問題。

[4]爲評估政府推動計畫的成效, 經濟部統計處則自1990年開始接辦「製造業自動化調查」, 2000年並擴大爲「製造業自動化及電子化調查」。唯該調查僅提供製造業生產自動化及電子化應用程度與概況的基本統計資料, 缺乏更深入的績效評估與分析。

期刊資料庫

3.1 總要素生產力函數

本文總要素生產力函數設定如下:

$$\begin{aligned}\log \mathrm{TFP}_i = {} & \beta_0 + \beta_1 \log \mathrm{RDS}_i + \beta_2 \log \mathrm{AUT}_i + \beta_3 \log \mathrm{RSTRA}_i \\ & + \beta_4 \log \mathrm{RSTER}_i + \beta_5 \log \mathrm{SCALE}_i + \beta_6 \mathrm{INDDUM}_i \\ & + \beta_7 \mathrm{TIME}_i + \delta \mathrm{ECADT}_i + \varepsilon_i, \end{aligned} \tag{1}$$

其中, log TFP 代表總要素生產力, ECADT 則爲一內生二元間斷變數, 指出電子商務的採用與否。log RDS 表示 R&D 存量、log AUT 表示自動化存量、log RSTRA 及 log RSTER 分別表示廠商產業內與產業間的 R&D 外溢效果、log SCALE 代表廠商之規模、INDDUM 爲產業屬性的虛擬變數、TIME 爲時間虛擬變數。$\beta_m (m = 1, 2, \ldots, 7)$ 與 δ 爲相對應變數之參數, ε 表示總要素生產力函數中的誤差項。以下將分別介紹這些變數。首先, 本文根據 Coe and Helpman (1995)、Lehr and Lichtenberg (1999) 與 Lu et al. (2006), 總要素生產力可經由實際產出與 Cobb-Douglas 生產函數迴歸估計產出的差額 (即 Solow residual, Solow (1957)) 衡量。因此, 本文假設生產函數爲 Cobb-Douglas 模型, 總要素生產力按照下式進行估計:

$$\log \mathrm{TFP}_i = \log Y_i - \mu \log K_i - (1 - \mu) \log L_i, \tag{2}$$

其中 Y 是附加價值, K 爲資本, L 爲勞動人數, 而 μ 與 (1-μ) 分別爲 Cobb-Douglas 生產函數在迴歸估計式中, 資本與勞動的產出彈性。[5] 此外, 本文並對所建構的 Cobb-Douglas 模型進行檢測, 發現模型具有高度的解釋能力 (R-Squared = 0.8876), 勞動與資本係數皆達1%的顯著水準, 兩係數之和近似於 1 (1.0002), 此隱含固定規模報酬的水準。ECADT 爲一內生二元間斷變數, 指出電子商務的採用與否。若廠商的電子商務交易金額大於 0, 則 ECADT 的值爲 1, 其他則爲 0。Goss (2001) 指出美國產業的網路使

[5]本文根據經濟部的定義衡量附加價值, 附加價值 = 生產總值 (營業收入) − 中間投入 (耗用原物料 + 生產用電力費用)。其中, 生產總值以躉售物價指數平減, 而中間投入的耗用原物料則以製造業中間投入指數平減。資本的衡量參考楊志海·陳忠榮 (2002) 的衡量方式, 將廠商工廠建築物和機械成本相加, 以製造業的資本財指數予以平減得之。勞動爲廠商每年員工總人數。

期刊資料庫

用率, 對美國生產力成長, 具有正且顯著的影響。Konings and Roodhooft (2002) 則調查比利時廠商, 運用電子商務對企業績效的影響, 發現電子商務對中小企業的生產力並無影響, 而大企業從事電子商務不論是線上銷售或是線上採購, 對生產力皆有顯著的影響。log RDS 表示爲 R&D 存量。過去有相當多以廠商別 panel data, 進行 R&D 對生產力影響的評估研究 (例如, Hall and Mairesse (1995); Mairesse and Hall (1996); 楊志海・陳忠榮 (2002); Chen and Yang (2005); Branstetter and Chen (2006))。這些文獻多數顯示知識資本與 R&D 支出, 確實對生產力具有正且顯著的影響。

log AUT 是自動化存量。Carlsson et al. (1994) 實證結果發現自動化技術對投資報酬率與國民生產毛額有顯著的貢獻。Wong and Ngin (1997) 則以新加坡52家電子業廠商爲樣本, 分析操作、勞動管理、員工福利與薪資績效受生產自動化的影響。分析結果顯示, 生產自動化對上述四項變數具有顯著的正向關係, 而影響各績效變數的自動化設備亦有所不同。國內學者林惠玲・陳正倉 (2001) 以探討 R&D 生產力的方式, 估計自動化資本的生產力。估計結果顯示, 就全體製造業而言, 自動化生產設備的生產彈性高於非自動化生產設備。本文以 log RSTRA 與 log RSTER 分別代表產業內 (intra-industry) 與產業間 (inter-industry) 的 R&D 外溢。Jaffe (1986)、Rouvinen (2002)、Bonte (2004) 以及 Chen and Lu (2003) 指出 R&D 外溢對於廠商的生產力, 亦扮演一重要的角色。Bernstein (1989) 曾定義下述指標:

$$\mathrm{KS}_i = \sum_{j \neq i}^{N} \omega_{ij} K_j, \tag{3}$$

其中 ω_{ij} 此一權數代表廠商 i 吸收廠商 j 知識存量的能力, 當此一權數值愈大, 則廠商 i 得自於廠商 j 的知識存量利得也愈高。K_j 爲源自於廠商 j 的知識存量。由於 Bernstein 並未將此一權數做進一步的詮釋, 因此需在相關文獻中取得該權數的實證估計方式。在文獻中對於此權數的設定, 經整理後可以概分成三類: (1) 技術空間的距離 (Jaffe, 1986), (2) 地理上的區位 (Funke and Niebuhr, 2005), (3) 根據創新資料直接衡量 (Chen and Lu, 2003)。本文採第三類之定義, 以及參考 Chen and Lu (2003) 衡量此權數。本文參照與應用上述文獻, 同時考量廠商產業內與產業間的 R&D

臺灣大學學術期刊資料庫

外溢效果, 並分別依據下列定義, 建構兩種型態的 R&D 外溢存量 RSTRA 與 RSTER:

$$\mathrm{RSTRA}_i = \sum_{j \neq i}^{N} \eta_i \mathrm{RDS}_j, \tag{4}$$

$$\mathrm{RSTER}_i = \sum_{k \neq l}^{M} \eta_l \mathrm{RDS}_k, \tag{5}$$

其中, η_i 爲廠商 i 的 R&D 支出佔廠商 i 的4欄位產業 R&D 總支出的比例, 而 η_l 代表廠商 i 的4欄位產業 R&D 總支出佔廠商 i 的2欄位產業 R&D 總支出的比例。[6] RDS_j 與 RDS_k 則分別代表在廠商 i 的4欄位產業與2欄位產業中, 廠商 j 與 k 的 R&D 存量。

因此, 在第 (1) 式中本文將重點放在電子商務採用、R&D 存量、自動化存量, 以及產業內與產業間的 R&D 外溢共5個自變數。此外, 考量廠商之規模 (log SCALE, 以廠商員工人數爲代理變數) 與產業屬性的差異, 並且避免採 SIC 時, 2或4欄位分類時組別過多的問題, 以及能對高科技業能有所闡述。本文考慮三個產業別的虛擬變數: 分別爲鋼鐵機械產業 (INDDUM1)、資訊電子產業 (INDDUM2), 與化學產業 (INDDUM3)。[7] 而時間點也是一重要的虛擬變數, 本文設定兩個虛擬時間變數 (TIME2000、TIME2002)。[8]

3.2 電子商務採用函數

在此, 本文定義電子商務採用 (ECADT) 爲一個值爲0或1的變數, 並假設其與外生變數的關係, 如下式所示:

$$\mathrm{ECADT}_i = \gamma_0 + \gamma_1 \log \mathrm{NESTRA}_i + \gamma_2 \log \mathrm{NESTER}_i + u_i, \tag{6}$$

[6] Chen and Lu (2003) 以 SIC 的2欄位產業取代3欄位產業, 避免產業間屬性的相似度過高所產生的估計問題。

[7] 分類依據經濟部統計處的定義, 參考樣本爲民生產業。

[8] 參考樣本爲1999年。

臺灣大學學術期刊資料庫

而 ECADT 與電子商務採用金額如第 (7) 式所示:

$$\text{ECADT}_i = \begin{cases} 1, & \text{若電子商務交易金額大於0,} \\ 0, & \text{其他。} \end{cases} \tag{7}$$

因此, i 廠商的電子商務交易金額大於 0, 則 ECADT_i 的值爲 1, 其他則爲 0。$\log NESTRA$ 與 $\log NESTER$ 兩變數分別代表產業內與產業間的電子商務網路外部性。Madden and Coble-Neal (2002) 認爲網路的基礎建設與架構, 因供應鏈的網路外部性, 而受到更多的關注。此外, Hollenstein and Worter (2004) 也發現網路外部性或外溢效果, 對電子商務採用的機率也有顯著的影響性。[9] 本文對此效果予以公式化, 同時考慮了電子商務網路效果中的直接與間接效果。其中, 直接效果來自於使用人數的增加, 而間接效果則產生於技術應用層面的擴大 (Katz and Shapiro, 1985; Mun and Nadiri, 2002)。並進一步將此兩效果設爲網路外部性的權數, 以和 R&D 外溢效果區隔。參照 Chen et al. (2004), NESTRA 及 NESTER 分別建構如下:

$$\text{NESTRA}_i = \sum_{j \neq i}^{N} n_i \text{ECS}_j, \; n_i = de_i + ie_i, \tag{8}$$

$$\text{NESTER}_i = \sum_{k \neq l}^{M} n_l \text{ECS}_k, \; n_l = de_l + ie_l, \tag{9}$$

其中, n 是網路外部性的權數值, 此權值由兩個效果所組成: (1) 直接效果 (de); (2) 間接效果 (ie)。$de_i(de_l)$ 代表廠商 i 的4欄位產業, 採用電子商務的廠商家數, 佔廠商 i 的4欄位產業的總廠商家數 (佔廠商 i 的2欄位產業, 採用電子商務的廠商家數)。$ie_i(ie_l)$ 表示爲廠商 i 的電子化技術應用率 (廠商 i 的4欄位產業總電子化技術應用率), 佔廠商 i 的4欄位產業總電子化技術應用率 (佔廠商 i 的2欄位產業總電子化技術應用率)。[10] 廠商

[9] Hollenstein and Worter (2004) 僅利用廠商電子商務交易金額, 佔相關產業電子商務交易金額之比例, 作爲電子商務網路效果的代理變數, 未加入網路外部性直接與間接效果的考量。

[10] 電子化技術應用率, 爲廠商 i 電子化技術應用的項目數佔本研究資料中電子化技術應用的總項目數。有關本研究的電子化技術應用項目請參考表 3。

臺灣大學學術期刊資料庫

i 的4欄位產業與2欄位產業中, 廠商 j 與 k 的電子商務存量, 則分別以 ECS_j 與 ECS_k 表示。

Litan and Rivlin (2001) 指出網際網路革命的最主要特徵, 是網路讓許多的市場近似於經濟學教科書上的完全競爭模型, 而使全國以及全球性經濟體系更具競爭的潛力。產業內與產業間的網路外部性擴散, 似乎也反映出產業內部與外部的競爭或是合作的關係。固然受限於資料限制, 無法深入探究產業間內部與外部的競爭或是合作的關係。但 NESTRA 與 NESTER 兩變數, 應可作爲上述層面詮釋的代理變數。

本文衡量電子商務、自動化與 R&D 存量, 參考 Mairesse and Hall (1996), 楊志海·陳忠榮 (2002) 對知識資本存量的建構方法, 其形式如下:

$$S_t = I_t + (1-\theta)I_{t-1} + (1-\theta)^2 I_{t-2} + \cdots, \tag{10}$$

其中, S 代表電子商務、自動化或是 R&D 存量, I 爲電子商務交易額、自動化支出或是 R&D 支出。θ 爲折舊率, 下標 t 表示爲時間。因受限於研究資料的期間, 本文僅採落後一期的資料建構資本存量, 根據一般文獻設定的研發支出折舊率, 假設上述資本代理變數的折舊率爲15%。[11]

3.3 資料來源

由於國內無法取得電子商務與廠商營運的單一完整資料。因此, 本文將1999、2000與2002年經濟部統計處所執行的, 台灣製造業自動化及電子化與工廠校正調查兩套原始資料加以串聯, 以獲致較完整的樣本資料。由於此調查屬於官方年度例行調查性質, 受訪廠商均有義務詳實答覆問卷, 所以回收率與廠商樣本具相當的代表性與可信度。爲加入產業分佈的代表性與時間期數長短的考量, 本文建構3年調查期間1,876家台灣製造業廠商, 共計5,628個觀測值的 balanced panel data。[12] 本文所使用的主要變數與基本統計量之整理請參考表4。

[11]請參考 Hall and Mairesse (1995)、Mairesse and Hall (1996)、楊志海·陳忠榮 (2002)、Chen and Lu (2003) 與 Chen and Yang (2005) 等有關研發支出折舊率的設定。

[12]經濟部統計處所執行的自動化與電子化調查, 爲兩年執行一次的計畫。調查中, 除了當年度的調查外, 也會加入前一年度的問項。例如: 在2000年的調查中, 自動化支出的問項包含前一年 (1999) 與當年度 (2000), 在電子商務交易的問項也是如此, 因此問卷在當年

期刊資料庫

表 4: 變數說明及其基本統計量

	說明 (單位)	平均值	(標準差)
Y	附加價值 (百萬)	576.739	(2,543.117)
K	實質資本 (百萬)	1,538.458	(9,436.143)
log TFP	總要素生產力 (對數)	0.636	(0.067)
SCALE	廠商規模/勞動人數 (人)	220.121	(455.668)
ECADT	電子商務採用 (0或1)	0.161	(0.367)
RDS	R&D 存量 (百萬)	38.786	(263.749)
AUT	自動化存量 (百萬)	122.467	(1,214.529)
NESTRA	產業內電子商務網路外部性 (百萬)	434.731	(1,434.990)
NESTER	產業間電子商務網路外部性 (百萬)	4,055.552	(13,762.169)
RSTRA	產業內 R&D 外溢 (百萬)	50.801	(746.505)
RSTER	產業間 R&D 外溢 (百萬)	1,404.342	(9,078.907)

註: 附加價值 = 生產總值 − 中間投入。若廠商的電子商務交易金額大於0, 則 ECADT 的值爲 1, 其他則爲 0。其他變數之設定與說明, 請參考本文第 3 節。

4 實證方法與結果

4.1 實證模型設定與檢定

爲能更明確說明本文實證模型的設定, 本文繼續延用第 (1) 式的總要素生產力方程式:

$$\begin{aligned}\log \mathrm{TFP}_{it} = {} & \beta_0 + \beta_1 \log \mathrm{RDS}_{it} + \beta_2 \log \mathrm{AUT}_{it} + \beta_3 \log \mathrm{RSTRA}_{it} \\ & + \beta_4 \log \mathrm{RSTER}_{it} + \beta_5 \log \mathrm{SCALE}_{it} + \beta_6 \mathrm{INDDUM}_{it} \\ & + \beta_7 \mathrm{TIME}_{it} + \delta \mathrm{ECADT}_{it} + \varepsilon_{it}。\end{aligned}$$

上式中所有變數定義如前所述。[13] 其中電子商務採用 (ECADT), 可能存在內生性而導致偏誤的估計。因此, 本文採用工具變數估計法 (即二階段最小平方法; 2SLS), 以處理此一內生解釋變數存在於總要素生產力函數的問

度的問項前會加入預計二字。然而, 2001年爲工商普查年度, 經濟部統計處不重複進行工廠校正調查, 故本文僅能取得與串連 1999、2000 與 2002 年, 共 3 年度的樣本資料進行實證探討。

[13] 由於爲 panel data, 本文將考量 fixed effect 進行估計。故在各變數加上下標 i。

臺灣大學學術期刊資料庫

題。應用工具變數估計法必須將內生變數表示成所有外生變數的函數 (reduced form), 亦即將第 (6) 式的電子商務採用函數表示爲下列的 reduced form:

$$\begin{aligned}\text{ECADT}_{it} = {} & \alpha_0 + \alpha_1 \log \text{NESTRA}_{it} + \alpha_2 \log \text{NESTER}_{it} \\ & + \alpha_3 \log \text{RDS}_{it} + \alpha_4 \log \text{AUT}_{it} + \alpha_5 \log \text{RSTRA}_{it} \\ & + \alpha_6 \log \text{RSTER}_{it} + \alpha_7 \log \text{SCALE}_{it} + \alpha_8 \text{INDDUM}_{it} \\ & + \alpha_9 \text{TIME}_{it} + e_{it}。\end{aligned} \tag{11}$$

所有變數定義如前所述, 而 $\alpha_n (n = 1, 2, \cdots, 9)$ 亦爲其相對應變數之參數。爲了進一步確認與驗證工具變數估計法, 可以解決本文主要估計式 (第 (1) 式) 存在內生解釋變數 (ECADT) 的問題, 本文除運用 linear probability model 作爲本文第一階段的估計方法外。同時亦運用 linear probability model 進行相關檢定, 包括「弱工具變數檢定」、「overidentification restrictions 檢定」、及「內生性檢定」。此外, 本文所建構之資料爲 panel data, 因此在實證模型中, 亦納入考量 fixed effect 的 2SLS 估計結果。在作這些檢定的順序方面, 由於使用工具變數估計法必須符合兩個主要假設: instrument relevance 及 instrument exogeneity (Stock and Watson, 2006)。因此, 本研究利用 Stock and Yogo (2005) 之檢定方法確認 instrument relevance (弱工具變數檢定)。再利用 Hausman (1978) 所提之方法來確認 instrument exogeneity (overidentification restrictions 檢定)。最後再利用內生性檢定來確認電子商務採用是否存在內生性。

4.1.1 弱工具變數檢定

工具變數估計法爲處理迴歸式中, 解釋變數存在內生性的方法, 根據 Wooldridge (2002, 2003), 將工具變數與主迴歸式 (第 (1) 式) 中殘差項的共變異數假定爲0 (即符合 Stock and Watson (2006) 的 instrument exogeneity 的假設)。若此假設不成立, 則會使內生變數估計值不具一致性 (inconsistency)。然而, 若工具變數與內生變數之間的相關係數過小 (即不符合 Stock and Watson (2006) 中的 instrument relevance), 便可能產生弱工具變數的問題 (Bound et al., 1995)。Bound et al. (1995) 及 Wooldridge

臺灣大學圖書館 期刊資料庫

(2002) 皆認爲若存在弱工具變數, 即使工具變數與主迴歸式的殘差項的相關性趨近於0, 亦會在使用工具變數估計時, 產生估計係數嚴重不一致的情形。[14] 因此, 本文利用 Stock and Yogo (2005) 所提出的檢定方法, 進行弱工具變數的檢定。其檢定方法爲檢定第 (11) 式中 $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$ 的虛無假設; 若能顯著拒絕虛無假設, 則估計模型便不存在弱工具變數之問題。

根據 Stock and Yogo (2005), 上述虛無假設的檢定統計量 (即 F-statistic) 大於10.3時, 則可顯著拒絕本文所使用的工具變數爲弱工具變數的可能性, 檢定結果請參考表5及表6下方。由此二表中可以得知, 所有樣本的 F-statistics 皆大於 10.3。因此, 本研究所採用的工具變數, 符合 instrument relevance 的假設。

4.1.2 Overidentification Restrictions 檢定

本文的工具變數爲產業內與產業間的電子商務網路外部性 (NESTRA, NESTER)。而根據 Wooldridge (2002) 及 Stock and Watson (2006) 指出, 當工具變數個數大於內生變數個數時, 便產生 overidentification 的問題。存在 overidentification 時, 即使擁有數量甚多的樣本數, 估計亦可能會產生嚴重偏誤的結果 (Bound et al., 1995; Wooldridge, 2002)。Stock and Watson (2006) 認爲 overidentification restrictions 檢定爲對 overidentification 的良好的檢測統計工具。

根據 Stock and Watson (2006), overidentification restrictions 檢定的虛無與對立假設爲, H_0: 對於模型中所使用的所有工具變數是符合外生性要求; H_1: 對於選擇工具變數的邏輯需重新檢視。若無法通過 overidentification restrictions 檢定時, 表示所選取之工具變數是不恰當的。但若能通過檢定, 表示工具變數之選取可以符合外生性之要求。因此, 本研究利用 Hausman test (Hausman, 1978) 來檢定 overidentification 的恰當性。[15] 檢

[14] 工具變數與主迴歸式中殘差項的關係假設爲0, 爲使用工具變數解決解釋變數存在內生性的重要假設; 若此假設不成立則會使估計產生不一致的情形。關於此部份更爲詳細的說明可參考 Wooldridge (2002, 2003)。

[15] 本文也曾利用 Stock and Watson (2006) 所提之 Hansen's J-test 檢定 overidentification 的恰當性。所得出的檢定統計量及檢定結果, 與使用 Hausman (1978) 的檢定方法的結果一致。因此, 本文僅利用 Hausman (1978) 的 overidentification restrictions 檢定來說明及支持本文工具變數個數大於內生變數個數的情形。

臺灣博碩士論文知識加值系統 期刊資料庫

表 5: 總樣本1st stage 估計結果與弱工具變數檢定結果

	總樣本	
	2SLS 1st stage	Fixed effect 2SLS 1st stage
常數項 Constant	3.8227***	0.1112
	(0.0853)	(0.0725)
產業內電子商務網路外部性 log NESTRA	0.0592***	0.0439***
	(0.0057)	(0.0086)
產業間電子商務網路外部性 log NESTER	−0.0356***	−0.0375***
	(0.0039)	(0.0063)
R&D 存量 log RDS	0.0003	−0.0054
	(0.0022)	(0.0044)
自動化存量 *log* AUT	0.0243***	0.0155***
	(0.0025)	(0.0056)
產業內 R&D 外溢效果 log RSTRA	0.0027	0.0045
	(0.0026)	(0.0036)
產業間 R&D 外溢效果log RSTER	−0.0064*	−0.0027
	(0.0038)	(0.0054)
廠商規模 log SCALE	0.0033	−0.0066
	(0.0047)	(0.0148)
年度虛擬變數 (= 1, if 年度 = 2000) TIME2000	0.0019	0.0060
	(0.0110)	(0.0099)
年度虛擬變數 (= 1, if 年度 = 2002) TIME2002	0.2145***	0.2285***
	(0.0121)	(0.0142)
產業別虛擬變數 (= 1, if 產業 = 鋼鐵機械) INDDUM1	0.0707***	
	(0.0129)	—
產業別虛擬變數 (= 1, if 產業 = 資訊電子) INDDUM2	0.0476***	
	(0.0151)	—
產業別虛擬變數 (= 1, if 產業 = 化學產業) INDDUM3	0.0417***	
	(0.0129)	—
弱工具變數檢定 F-statistics	64.18	
樣本數	5,628	

註: 1. 括號內數值爲標準差。

2. ***、** 和 * 分別代表達1%、5%和10%的統計檢定顯著水準。

3. 高科技產業電子商務採用因未通過內生性檢定, 在此便不再利用2SLS 進行估計。

4. 弱工具變數檢定未設定 fixed effects。

定步驟如下: 步驟1: 利用工具變數估計法估計第 (1) 式, 可以得到其估計後的殘差, 此處以 $\hat{\varepsilon}_{it}$ 來表示。步驟 2: 估計 $\hat{\varepsilon}_{it}$ 對所有外生變數的迴歸, 並得出其判定係數 (R-squared)。步驟 3: 將樣本數與步驟 2 所得之判定係數相乘 (即 $N \times$ R-squared, N 爲樣本個數), 便可得出符合 χ^2 (Chi-squared)

臺灣大學圖書館 期刊資料庫

表 6: 子樣本1st stage 估計結果與弱工具變數檢定結果

	大型企業		中小企業		高科技產業		傳統產業	
	2SLS 1st stage	Fixed effect 2SLS 1st stage	2SLS 1st stage	Fixed effect 2SLS 1st stage	2SLS 1st stage	Fixed effect 2SLS 1st stage	2SLS 1st stage	Fixed effect 2SLS 1st stage
常數項 Constant	2.0288***	−0.2040	6.3139***	0.1155	−0.0571	0.1993	4.0070***	0.0904
	(0.1933)	(0.3019)	(0.2287)	(0.0785)	(0.0829)	(0.2055)	(0.1875)	(0.0775)
產業內電子商務網路外部性 log NESTRA	0.0398***	0.0251	0.0764***	0.0533***	0.0552***	0.0741***	0.0574***	0.0421***
	(0.0112)	(0.0182)	(0.0067)	(0.0102)	(0.0145)	(0.0248)	(0.0152)	(0.0092)
產業間電子商務網路外部性 log NESTER	−0.0371***	−0.0262**	−0.0394***	−0.0356***	−0.0559***	−0.0500***	−0.0708***	−0.0339***
	(0.0079)	(0.0129)	(0.0045)	(0.0074)	(0.0134)	(0.0182)	(0.0139)	(0.0066)
R&D 存量 log RDS	0.0128	−0.0052	0.0005	−0.0091	−0.0010	0.0007	0.0209	−0.0058
	(0.0144)	(0.0083)	(0.0028)	(0.0056)	(0.0082)	(0.0130)	(0.0365)	(0.0047)
自動化存量 log AUT	0.0525***	0.0321***	0.0017	0.0061	0.0153***	0.0113	0.1031***	0.0077
	(0.0145)	(0.0099)	(0.0029)	(0.0040)	(0.0060)	(0.0138)	(0.0223)	(0.0061)
產業內 R&D 外溢效果 log RSTRA	0.0048	9.1e-6	0.0067***	0.0102**	0.0027	−0.0045	0.0014	0.0049
	(0.0173)	(0.0082)	(0.0032)	(0.0045)	(0.0087)	(0.0127)	(0.0381)	(0.0038)
產業間 R&D 外溢效果 log RSTER	−0.0280	0.0018	−0.0150***	−0.0107*	0.0046	−0.0134	−0.0701	−0.0029
	(0.0272)	(0.0111)	(0.0045)	(0.0065)	(0.0112)	(0.0159)	(0.0445)	(0.0057)
廠商規模 log SCALE	0.0295**	0.0432	0.0010	−0.0076	0.0216*	−0.0112	0.0020	−0.0019
	(0.0145)	(0.0491)	(0.0070)	(0.0186)	(0.0121)	(0.0339)	(0.0050)	(0.0016)
年度虛擬變數 (= 1, if 年度 = 2000) TIME2000	0.0135	0.0205	0.0006	0.0028	0.0037	0.0184	0.0011	0.0054
	(0.0207)	(0.0187)	(0.0129)	(0.0118)	(0.0289)	(0.0247)	(0.0118)	(0.0108)
年度虛擬變數 (=1, if 年度 = 2002) TIME2002	0.2279***	0.2372***	0.2219***	0.2328***	0.2805***	0.3204***	0.1995***	0.2139***
	(0.0232)	(0.0284)	(0.0138)	(0.0153)	(0.0311)	(0.0349)	(0.0129)	(0.0158)
產業別虛擬變數 (= 1, if 產業 = 鋼鐵機械) INDDUM1	0.1012***		0.0596***				0.0673***	
	(0.0262)	—	(0.0150)	—	—	—	(0.0125)	—
產業別虛擬變數 (= 1, if 產業 = 資訊電子) INDDUM2	0.0553**		0.0479**				0.0264***	
	(0.0258)	—	(0.0190)	—	—	—	(0.0030)	—
產業別虛擬變數 (= 1, if 產業 = 化學產業) INDDUM3	0.0226		0.0472***				0.0385***	
	(0.0255)	—	(0.0150)	—	—	—	(0.0124)	—
弱工具變數檢定 F-statistics	15.12		139.77		14.96		102.26	
樣本數	1,719		3,909		1,113		4,515	

註: 1. 括號內數值爲標準差。2. ***、** 和 * 分別代表達1%、5% 和10% 的統計檢定顯著水準。3. 高科技產業電子商務採用因未通過內生性檢定, 在此便不再利用 2SLS 進行估計。4. 弱工具變數檢定未設定 fixed effects。

期刊資料庫

表 7: 總樣本2nd stage 估計結果與 overidentificatoin 檢定及內生性檢定

	總樣本			
	OLS	2SLS 2nd stage	Fixed effect regression	Fixed effect 2SLS 2nd stage
常數項 Constant	0.6323*** (0.0023)	0.6320*** (0.0023)	0.6533*** (0.0024)	0.6542*** (0.0109)
是否採用電子商務 (= 1, if yes) ECADT	0.0008*** (0.0002)	0.0349*** (0.0119)	−0.0004 (0.0024)	−0.0060*** (0.0225)
R&D 存量 log RDS	0.0009** (0.0004)	0.0010** (0.0004)	−0.0007 (0.0006)	−0.0004 (0.0006)
自動化存量 log AUT	0.0002 (0.0002)	0.0006 (0.0006)	−0.0007 (0.0008)	−0.0006 (0.0009)
產業內 R&D 外溢效果 log RSTRA	0.0005 (0.0005)	0.0015*** (0.0004)	0.0017*** (0.0005)	0.0018*** (0.0006)
產業間 R&D 外溢效果 log RSTER	−0.0003 (0.0002)	−0.0004 (0.0003)	−0.0009*** (0.0003)	−0.0009*** (0.0003)
廠商規模 log SCALE	0.0043*** (0.0009)	0.0046*** (0.0009)	−0.0033 (0.0022)	−0.0033 (0.0022)
年度虛擬變數 (= 1, if 年度 = 2000) TIME2000	0.0027 (0.0022)	0.0025 (0.0022)	0.0033** (0.0015)	0.0033** (0.0015)
年度虛擬變數 (= 1, if 年度 = 2002) TIME2002	0.0064*** (0.0024)	0.0152*** (0.0047)	−0.0045** (0.0022)	−0.0032 (0.0054)
產業別虛擬變數 (= 1,if 鋼鐵機械產業) INDDUM1	0.0167*** (0.0026)	0.0137*** (0.0029)	—	—
產業別虛擬變數 (= 1,if 資訊電子產業) INDDUM2	0.0101*** (0.0029)	0.0070** (0.0033)	—	—
產業別虛擬變數 (= 1, if 化學產業) INDDUM3	0.0122*** (0.0025)	0.0114*** (0.0026)	—	—
R-squared	0.6025	0.6116	0.0112	0.0093
Overidentification 檢定 $\chi^{2*} = N \times R^2$	—	1.1256	—	5.0652
內生性檢定 t-statistics	−2.25**	—	0.25	—

註: 1. 括號內數值爲標準差。2. ***、** 和 * 分別代表達1%、5%和10%的統計檢定顯著水準。3. Overidentification 檢定的顯著水準 10%, 5%, 1%的檢定臨界值分別爲 $\chi^2(d.f = 1) = 2.706$、$\chi^2(d.f = 1) = 3.841$ 與 $\chi^2(d.f = 1) = 6.635$。

的檢定統計量。根據上述步驟可以得出表7及表8下方之檢定統計量。由表7可知, 總樣本在顯著水準爲10%時, 無法拒絕虛無假設。而由表8可知, 中小企業子樣本在顯著水準爲10%時, 亦無法拒絕虛無假設。但大型企業與傳統產業兩子樣本, 則須達到1%顯著水準時, 才可順利拒絕 overidentification 對估計所可能產生偏誤的情形。然而, 高科技產業的檢定結果, 則未能拒絕 overidentification 對估計所產生偏誤的情形。因此, 除了高

期刊資料庫

表 8: 子樣本2nd stage 估計結果與 overidentificatoin 檢定及內生性檢定

	大型企業				中小企業			
	OLS	2SLS 2nd stage	Fixed effect regression	Fixed effect 2SLS 2nd stage	OLS	2SLS 2nd stage	Fixed effect regression	Fixed effect 2SLS 2nd stage
常數項 Constant	0.6806*** (0.0183)	0.6165*** (0.0058)	0.6750*** (0.0496)	0.6744*** (0.0523)	0.6069*** (0.0061)	0.6304*** (0.0028)	0.6550*** (0.0105)	0.6564*** (0.0108)
是否採用電子商務 (= 1, if yes) ECADT	0.0006** (0.0002)	0.0616*** (0.0038)	−0.0011 (0.0051)	−0.0041 (0.0766)	−0.0006 (0.0030)	−0.1359*** (0.0014)	0.0005 (0.0027)	−0.0239 (0.0230)
R&D 存量 log RDS	0.0009 (0.0008)	0.0010 (0.0009)	0.0001 (0.0013)	$-7.5e-6$ (0.0015)	0.0009* (0.005)	0.0004 (0.0005)	−0.0002 (0.0008)	−0.0006 (0.0008)
自動化存量 log AUT	0.0007** (0.0003)	0.0049*** (0.0009)	0.0003 (0.0016)	0.0004 (0.0030)	0.0004 (0.0005)	0.0015*** (0.0005)	−0.0008 (0.0005)	−0.0006 (0.0006)
產業內 R&D 外溢效果 log RSTRA	0.0020** (0.0009)	0.0020** (0.0010)	0.0010 (0.0012)	0.0010 (0.0013)	0.0008 (0.0006)	0.0021*** (0.0005)	0.0017*** (0.0006)	0.0022*** (0.0007)
產業間 R&D 外溢效果 log RSTER	−0.0017 (0.0016)	−0.0014 (0.0010)	−0.0006 (0.0008)	−0.0006 (0.0008)	−0.0004 (0.0003)	−0.0003 (0.0003)	−0.0006** (0.0003)	−0.0007*** (0.0003)
廠商規模 log SCALE	0.0114*** (0.0030)	0.0122*** (0.0030)	−0.0078 (0.0081)	−0.0076 (0.0087)	0.0041*** (0.0013)	0.0037*** (0.0013)	−0.0036 (0.0025)	−0.0036 (0.0026)
年度虛擬變數 (= 1, if 年度 = 2000) TIME2000	0.0011 (0.0043)	0.0009 (0.0042)	−0.0001 (0.0031)	−0.0001 (0.0034)	0.0031 (0.0025)	0.0029 (0.0025)	0.0034** (0.0016)	0.0035** (0.0016)
年度虛擬變數 (= 1, if 年度 = 2002) TIME2002	0.0022 (0.0048)	0.0044 (0.0056)	−0.0022 (0.0048)	−0.0015 (0.0185)	0.0089*** (0.0027)	0.0144*** (0.0046)	−0.0090*** (0.0022)	−0.0035 (0.0056)
產業別虛擬變數 (= 1, if 鋼鐵機械產業) INDDUM1	0.0102* (0.0054)	0.0084 (0.0055)	—	—	0.0200*** (0.0029)	0.0183*** (0.0031)	—	—
產業別虛擬變數 (= 1, if 資訊電子產業) INDDUM2	0.0124** (0.0052)	0.0106** (0.0052)	—	—	0.0088** (0.0036)	0.0068* (0.0038)	—	—
產業別虛擬變數 (= 1, if 化學產業) INDDUM3	0.0001 (0.0051)	0.0001 (0.0002)	—	—	0.0172*** (0.0028)	0.0164*** (0.0028)	—	—
R-squared	0.5038	0.5167	0.0229	0.0211	0.6038	0.5169	0.0107	0.0028
Overidentification 檢定 $\chi^{2*} = N \times R^2$	—	6.0165	—	3.7818	—	0	—	6.2544
內生性檢定 t-statistics	−1.91*	—	0.04	—	−2.27*	—	1.08*	—

續接下頁

期刊資料庫

承接上頁

	高科技產業				傳統產業			
	OLS	2SLS 2nd stage	Fixed effect regression	Fixed effect 2SLS 2nd stage	OLS	2SLS 2nd stage	Fixed effect regression	Fixed effect 2SLS 2nd stage
常數項 Constant	0.6499*** (0.0131)	0.6502 (0.0132)	0.6420*** (0.0338)	0.6540*** (0.0372)	0.6411*** (0.0051)	0.6413*** (0.0089)	0.6590*** (0.0111)	0.6586*** (0.0111)
是否採用電子商務 (= 1, if yes) ECADT	0.0030** (0.0015)	0.0262 (0.0337)	0.0029 (0.0061)	−0.0577 (0.0498)	−0.0032 (0.0030)	−0.0647*** (0.0018)	−0.0015 (0.0026)	0.0105 (0.0250)
R&D 存量 log RDS	0.0016 (0.0013)	−0.0012 (0.0015)	−0.0019 (0.0020)	−0.0029 (0.0023)	0.0018*** (0.0004)	0.0009* (0.0005)	0.0001 (0.0007)	0.0002 (0.0007)
自動化存量 log AUT	0.0001 (0.0011)	−0.0004 (0.0012)	−0.0014 (0.0023)	−0.0007) (0.0025)	0.0008 (0.0005)	0.0028*** (0.0007)	−0.0011 (0.0009)	−0.0012 (0.0009)
產業內 R&D 外溢效果 log RSTRA	0.0040*** (0.0014)	0.0035 (0.0016)	0.0027 (0.0018)	0.0038* (0.0021)	0.0001 (0.0002)	0.0007 (0.0007)	0.0016*** (0.0005)	0.0014*** (0.0006)
產業間 R&D 外溢效果 log RSTER	−0.0020*** (0.0007)	−0.0018 (0.0008)	−0.0014 (0.0012)	−0.0019 (0.0013)	−0.0003 (0.0003)	−0.0002 (0.0004)	−0.0008*** (0.0003)	−0.0008*** (0.0003)
廠商規模 log SCALE	0.0024 (0.0022)	−0.0030 (0.0024)	0.0009 (0.0057)	0.0004 (0.0060)	0.0049*** (0.0010)	0.0051*** (0.0010)	−0.0046* (0.0024)	−0.0046** (0.0024)
年度虛擬變數 (= 1, if 年度 = 2000) TIME2000	0.0050 (0.0053)	0.0047 (0.0053)	0.0059 (0.0041)	0.0070 (0.0045)	0.0021 (0.0024)	0.0020 (0.0024)	0.0027* (0.0016)	0.0026* (0.0016)
年度虛擬變數 (= 1, if 年度 = 2002) TIME2002	0.0057 (0.0059)	−0.0126 (0.0116)	−0.0021 (0.0060)	0.0165 (0.0165)	0.0064** (0.0027)	0.0133*** (0.0050)	−0.0044* (0.0023)	−0.0069 (0.0057)
產業別虛擬變數 (= 1, if 鋼鐵機械產業) INDDUM1	0.3505*** (0.0635)	—	—	—	0.0167*** (0.0025)	0.0142*** (0.0030)	—	—
產業別虛擬變數 (= 1, if 資訊電子產業) INDDUM2	0.1236*** (0.0624)	—	—	—	0.0131*** (0.0024)	0.0155*** (0.0026)	—	—
產業別虛擬變數 (= 1, if 化學產業) INDDUM3	0.0131 (0.0675)	—	—	—	0.0122*** (0.0025)	0.0115*** (0.0025)	—	—
R-squared	0.5026	0.0102	0.0180	0.0001	0.6028	0.5169	0.0101	0.0094
Overidentification 檢定 $\chi^{2*} = N \times R^2$	—	102.13	—	102.12	—	4.0635	—	2.709
內生性檢定 t-statistics	−0.70	—	1.31	—	−1.68*	—	−0.48	—

註: 1. 括號內數值爲標準差。2. ***、** 和 * 分別代表達1%、5% 和10% 的統計檢定顯著水準。3. Overidentification 檢定的顯著水準 10%, 5%, 1% 的檢定臨界值分別爲 $\chi^2(d.f = 1) = 2.706$、$\chi^2(d.f = 1) = 3.841$ 與 $\chi^2(d.f = 1) = 6.635$。

臺灣大學 期刊資料庫

科技產業以外, 本研究因爲工具變數個數大於內生變數個數所產生的 overidentification, 應不致使估計產生偏誤的結果。由於本文對於 NESTRA 及 NESTER 的建構, 爲電子商務存量對於網路直接與間接效果加權後之權數, 對於廠商電子商務之採用具有直接影響性。因此在經過檢定後, 結果皆呈現出滿足外生性之要求。另外, 納入 fixed effect 考量的 overidentification 檢定方面, 大型企業及傳統產業在顯著水準爲5%時便可通過檢定。而總樣本及中小企業則在1%顯著水準時通過 overidentificantion 檢定。另外, 高科技產業在考量 fixed effect 後, 亦未能通過 overidentification 檢定。因此, 此部份檢定亦是除了高科技產業的子樣本外, 利用 fixed effect 2SLS 進行估計亦不會產生偏誤的問題。

4.1.3 內生性檢定

在通過弱工具變數檢定及 overidentification restriction 檢定後, 可以確認本文所使用之工具變數符合 instrument relevance 及 instrument exogeneity 等基本假設。因此, 爲了確認電子商務採用是否存在內生性的問題, 本文運用 Durbin-Wu-Hausman test 進行內生性檢定, 以進一步驗證模型設立的正確性。[16] 其估計步驟如下。步驟1: 先將可能的內生變數表示成所有外生變數的函數 (即 reduced form, 第 (11) 式)。利用 linear probability model 估計第 (11) 式, 可得出殘差項 (爲求明顯表示, 以下以 ECADT_res_{it} 表示第 (11) 式的殘差)。

步驟2: 將步驟1所得出之 ECADT_res_{it} 作爲第 (1) 式中的解釋變數:

$$\begin{aligned}\log \mathrm{TFP}_{it} = {} & \beta_0 + \beta_1 \log \mathrm{RDS}_{it} + \beta_2 \log \mathrm{AUT}_{it} + \beta_3 \log \mathrm{RSTRA}_{it} \\ & + \beta_4 \log \mathrm{RSTER}_{it} + \beta_5 \log \mathrm{SCALE}_{it} + \beta_6 \mathrm{INDDUM}_{it} \\ & + \beta_7 \mathrm{TIME}_{it} + \delta \mathrm{ECADT}_{it} + \zeta \mathrm{ECADT_}res_{it} + v_{it}。 \quad (12)\end{aligned}$$

利用最小平方法估計上式, 可得出 $\hat{\zeta}$。最後利用 t-statistic 檢定 $\mathrm{H}_0 : \zeta = 0$。若檢定統計量顯著拒絕 H_0, 則表示 ECADT 爲內生變數。此部份之估計結果以及內生性檢定結果請參考表7及表8下方。檢定結果顯示總樣本

[16]請參考 Durbin (1954)、Wu (1973) 與 Hausman (1978) 的研究。

臺灣人學學術期刊資料庫

與中小企業子樣本的內生性檢定在5%的顯著水準時, 可以拒絕沒有內生性的虛無假設; 顯示電子商務採用與否在此兩樣本中爲顯著的內生變數。而大型企業與傳統產業兩子樣本, 則僅在10%顯著水準拒絕虛無假設。高科技產業的內生性檢定並不顯著; 顯示高科技產業中, 電子商務採用與否並不具有內生性。另外, 在考慮 fixed effect 的內生性檢定方面, 包含總樣本及三個子樣本的檢定結果皆顯示:[17] 是否採用電子商務在總要素生產力函數中並不具有內生性的可能。造成未考量 fixed effect 與考量 fixed effect 檢定結果差異的原因包括: 本文所使用資料每年包含1,876家廠商, 但僅有1999、2000與2002等3年的資料。雖已可建構爲 panel data, 但時間序列的長度略嫌不足。此外, 總樣本中大約只有29% (= 545/1876) 的廠商, 在資料期間內開始採用電子商務。因此, 樣本中高達七成以上的廠商, 其電子商務採用, 在資料期間內並無變化。[18]

4.2 實證結果

爲瞭解台灣製造業的電子商務採用對總要素生產力的影響, 本文以上述實證模型對總樣本進行估計。爲進一步探究台灣製造業在不同的規模與產業屬性下, 採用電子商務的廠商, 是否對生產力的貢獻亦有所差異。本文將樣本區分成中小型與大型企業; 高科技與傳統產業, 並分別對各子樣本進行實證估計。此外, 本文也在實證模型中, 納入考量 fixed effect 的 2SLS 估計結果, 並進一步與未考量 fixed effect 的 2SLS 之估計結果予以比較。實證模型的估計結果列於表5至表8。其中, 表5及表7分別爲總樣本 1st stage 及 2nd stage 實證估計及檢定結果。表6及表8則亦分別爲各子樣本 1st stage 及 2nd stage 的結果。

由表7可以發現, 總樣本 OLS 的估計結果爲: 電子商務採用與否對生產力之影響呈現正向且顯著之貢獻。另外, 除中小企業與傳統產業外, 大

[17]由於高科技產業未能通過 overidentification 檢定, 亦即未能符合 instrument exogeneity 之假設。因此, 文中將省略此子樣本之討論, 僅將估計及檢定結果列表供參考。

[18]本文資料共有1,876家廠商, 其中有545家廠商在資料期間內由未採用電子商務轉而採用電子商務; 528家廠商爲第3年才開始採用電子商務, 其餘17家廠商爲第2年便開始採用電子商務。另有114家廠商在3個年度皆採用電子商務, 而有1,217家廠商在3個年度皆未採用電子商務。

期刊資料庫

型企業與高科技產業 OLS 的估計結果爲: 電子商務採用與否對生產力之影響呈現正向且顯著之貢獻 (表8)。再根據表7與表8下方之內生性檢定結果, 除高科技產業未通過內生性檢定外, 總樣本與中小企業子樣本的內生性檢定在5%, 大型企業與傳統產業兩子樣本則在10%的顯著水準拒絕虛無假設。由於總樣本、大型企業、中小企業與傳統產業四樣本其電子商務採用與否確實存在內生性問題。因此, 必須針對此四樣本, 採用兩階段實證模型的架構設定總要素生產力函數與電子商務採用函數, 衡量電子商務採用對生產力的貢獻, 藉此避免傳統以 OLS 單一迴歸估計時產生的偏誤問題。實證結果請參考表7與表8。

另外, 由表5可以發現, 在總樣本有關電子商務採用的決定因素方面, 我們發現正向且顯著的變數爲 log NESTRA、log AUT、INDDUM1-3 與 TIME2002。其中, 以 TIME2002 的效果最突出, 係數值爲0.21。此表示是在較晚期的時間點, 廠商採用電子商務的機率與其效果相對較高。而 fixed effect 2SLS 第一階段的估計也支持此一結果。Hollenstein and Worter (2004) 指出網路外部性或外溢效果, 對電子商務採用的機率也有顯著的影響性, 亦與本文具顯著正值的實證結果一致 (log NESTRA, 係數值爲0.06)。因產業內與產業間的電子商務網路外部性擴散, 反映出產業內部與外部的競爭或是合作的關係, 所以對電子商務採用影響符號相左的 log NESTRA 與 log NESTER 而言, 隱含台灣製造業廠商, 對電子商務採用的決策, 是源自於相關產業, 而非上下游產業間與日遽增的競爭對手壓力或合作伙伴關係。此結論與 Windrum and Berranger (2004) 的實證結果, 以及 Litan and Rivlin (2001) 和 Willis (2004) 的論述趨於一致。而此兩個關於網路外部性的變數, 在考量 fixed effect 的估計結果方面, 除了大型企業的 log NESTRA 估計係數未顯著外, 與 2SLS 的估計結果一致。而產業的屬性, 對電子商務的採用則無明顯的區別。廠商的自動化程度也將影響採用電子商務的決策, 根據 Lucking-Reiley and Spulber (2001) 以及梁高榮 (1999) 指出, 廠商投入自動化與電子化活動, 不只基於產業升級與政府政策, 另一方面更來自於兩者技術應用層面的關聯性。

爲比較 OLS、2SLS、fixed effect regression 與 fixed effect 2SLS 的總要素生產力函數估計結果, 表7及表8同時列出此四種實證模型的估計結果。

臺灣大學學術期刊資料庫

有關總樣本在電子商務採用對生產力影響在 2SLS 的估計結果方面: 由表7資料顯示, ECADT、log RDS 與 log RSTRA 呈現出所預期的符號, 並且對總要素生產力具有顯著的影響。在這三變數中, 尤其 ECADT 是生產力貢獻的主要來源, 其係數值爲0.0349, 高於 log RDS 與 log RSTRA 的0.0010以及0.0015的彈性值。因此, 可以預期採用電子商務廠商的生產力, 將會高於非採用電子商務的廠商。這也提供了台灣製造業廠商, 在投入更多電子商務的同時, 可以產生較高生產力效益的資料佐證。而對於未採用電子商務的廠商而言, 藉由投資電子化相關活動, 以創造更佳的電子化企業 (e-business) 或是電子商務環境, 對於生產力的提升仍存在極大的空間。此結果亦可由 Konings and Roodhooft (2002)、Litan and Rivlin (2001) 和 Goss (2001) 的實證中獲得驗證。Goss (2001) 強調美國產業的網路使用率, 可使美國生產力每年約成長0.25%。而與多數評估 R&D 的相關文獻相同, 本文2SLS 的實證估計亦支持 R&D 對生產力有正向的關係。[19] 此外, 產業內的 R&D 外溢效果, 對生產力的貢獻也扮演重要的角色。除顯示 R&D 外溢效果對台灣製造業廠商的總要素生產力有正面影響外, 此項效果的擴散是來自於, 相關性質產業的競爭壓力或合作關係。

在中小型與大型企業 2SLS 的估計結果方面 (見表8), 資料顯示大型企業廠商與中小企業廠商生產力的貢獻, 同樣來自於自動化投入、產業內 R&D 外溢效果與廠商之規模。然而大型企業廠商與中小企業廠商在電子商務採用對生產力的影響, 卻呈現大型企業爲正向顯著, 而中小型企業爲負向顯著的截然不同的效果。傳統產業的估計結果顯示, 除 R&D 投資與自動化投入對總要素生產力有正向且顯著的影響外, 與中小企業廠商類似之處爲, 電子商務採用對生產力具有顯著的負向影響。此一結果, 隱含台灣製造業的中小企業與傳統產業, 投入電子商務對生產力的提升尚未見成效, 或是還未將電子商務的應用致力於供應鏈生產以及製程的升級。

本文根據經濟部統計處 (2002) 製造業自動化及電子化調查原始問卷資料, 進一步檢視中小企業與傳統產業, 導入電子化相關技術所面臨的困難, 詳列於表9。[20] 資料顯示前兩大困難依序爲「上下游合作廠商配合意願

[19]請參考 Hall and Mairesse (1995)、Mairesse and Hall (1996)、楊志海·陳忠榮 (2002)、Chen and Yang (2005) 與 Branstetter and Chen (2006)。

[20]中小企業與傳統產業導入電子化相關技術所面臨之困難分析資料, 請參考表9。

臺灣大學學術期刊資料庫

表 9: 中小企業與傳統產業導入電子化相關技術所面臨之困難

(單位: %)

	中小企業	傳統產業
上下游合作廠商配合意願低	31.92	33.62
電子化導入成本過高, 風險大	31.92	33.02
缺乏電子化專業知識與人才	25.71	24.85
缺乏可信賴的安全認證機制與法規保障	24.64	27.18
電子化預期效益及商機無法評估	22.26	23.92
資訊化程度不足	19.42	19.00
目前尚無合乎市場需求的文件標準, 系統標準不一致	18.96	20.93
無法評估輔導機關或廠商之能力	11.74	11.50
網際網路頻寬不夠、不穩定	8.60	9.63
廠商家數	1,303	1,505

資料來源: 經濟部統計處 (2002) 製造業自動化及電子化調查, 本研究整理分析。

低」分別占31.92%與33.62%, 以及「電子化導入成本過高, 風險大」分別占 31.92%與33.02%, 其餘「缺乏電子化專業知識與人才」、「缺乏可信賴的安全認證機制與法規保障」與「電子化預期效益及商機無法評估」等因素占二成二以上, 顯見中小企業廠商與傳統產業廠商對導入電子化技術的各項困難度仍高。藉此觀點, 或許可以用來解釋爲何中小企業與傳統產業, 採用電子商務卻造成負向且顯著影響生產力的結果。

在 fixed effect 的估計結果方面, 沒考慮內生性的估計結果與考慮內生性的估計結果差異不大。總樣本與中小企業子樣本僅有產業內及產業間 R&D 外溢效果等二變數顯著。而傳統產業則除了此二變數外, 廠商規模也呈現顯著影響。至於大型企業, 則除了常數項外, 所有變數皆無法顯著影響總要素生產力。另外, 本文中可能的內生解釋變數 ECADT (即是否採用電子商務), 在考量 fixed effect 的所有估計結果中皆不顯著。造成未考量 fixed effect 與考量 fixed effect 估計結果差異的原因包括: 本文所使用資料每年包含1,876家廠商, 但僅有1999、2000與2002等3年的資料。雖已可建構爲 panel data, 但時間序列的長度略嫌不足。此外, 總樣本中大約只

臺灣大學學術期刊資料庫

有29% (= 545/1,876) 的廠商, 在資料期間內開始採用電子商務。因此, 樣本中高達七成以上的廠商, 其電子商務採用, 在資料期間內並無變化。[21] 此外, 由於在 fixed effect 實證模型中, 無法估計 time-invariant 變數 (Baltagi, 2001, p. 13), 而此也可能是造成 fixed effect 2SLS 估計結果, 無法符合預期的原因。

5 結論

在過去的10年間, 電子商務的成長速度令人印象深刻。然而, 探討電子商務對廠商生產力影響的計量實證研究甚爲少見。爲此, 本文建構台灣製造業1999、2000與2002年的 panel data, 探討電子商務採用對總要素生產力的影響。除一般電子商務採用模式外, 納入網路外部性與電子商務採用爲內生二元變數的考量, 並運用兩階段模型進行實證分析。最後, 本文區分樣本爲中小型與大型企業; 高科技與傳統產業, 藉此評估各子樣本, 採用與未採用電子商務對生產力的影響。實證結果顯示: (1) 較高的產業內網路外部性效果與較多的自動化投入, 廠商越可能採用電子商務; (2) 採用電子商務對提升生產力具有顯著影響, 尤其是高科技廠商與大型廠商。

由於無法取得與廠商採用電子商務相關的成本與風險資料, 本文並未能直接考量廠商採用電子商務所面臨的採用成本與風險的影響效果, 此爲本文之研究限制。關於未來的實證研究方面, 若能獲致更長期間與詳細的資料, 應有助於實證結果的說服力與檢定力。另外, 建構新的總要素生產力衡量指標; 納入與電子商務相關的成本與風險的考量; 電子商務的採購與銷售的區分等, 值得進一步予以深究。

參考文獻

林惠玲・陳正倉 (2001), “工廠自動化與經濟效益關係之研究 — 台灣製造業之實證研究”, 《國家科學委員會研究彙刊: 人文及社會科學》, 11, 256–270。

[21] 同註腳19。

臺灣大學學術期刊資料庫

梁高榮 (1999), “農產品交易的合理化、自動化與電子化”, 《機械工業》, 197, 162–187。

陳忠榮・楊志海・鄭文農 (2000), “多元技術的擴散 — 以 CNC 與 CAD/CAM 爲例”', 《人文及社會科學集刊》, 12, 433–457。

楊志海・陳忠榮 (2002), “研究發展, 專利與生產力 — 台灣製造業的實證研究”, 《經濟論文叢刊》, 30, 27–48。

經濟部統計處 (2002), 《製造業自動化及電子化調查》。

Baltagi, B. H. (2001), *Econometric Analysis of Panel Data*, New York: John Wiley and Sons, 2nd edition.

Bernstein, J. I. (1989), “The structure of Canadian inter industry R&D spillovers, and the rates of return to R&D”, *Journal of Industrial Economics*, 37, 315–328.

Bonte, W. (2004), “Spillovers from publicly financed business R&D: Some empirical evidence from Germany”, *Research Policy*, 33, 1635–1655.

Bound, J., Jaeger, D. A., and Baker, R. M. (1995), “Problems with instrumental variables estimation when the correlation between the instruments and endogenous explanatory variables is weak”, *Journal of the American Statistical Association*, 90, 443–450.

Branstetter, L. G. and Chen, J. R. (2006), “The impact of technology transfer and R&D on productivity growth in the Taiwanese industry: Microeconometric analysis using plant and firm-level data”, *Journal of the Japanese and International Economics*, 177–192.

Carlsson, B. (1997), “On and off the beaten path: The evolution of four technological systems in Sweden”, *International Journal of Industrial Organization*, 15, 775–799.

Carlsson, B., Erol, T., and Kjell, T. (1994), “Factory automation and economic performance: A micro-to-macro analysis”, *Economics of Technology*, 37–63.

Chen, J. R., Huang, C. J., and Liu, T. K. (2004), “E-commerce, R&D, spillovers, and productivity”, paper presented at the Asia-Pacific Productivity Conference, University of Queensland, Australia.

Chen, J. R. and Lu, W. C. (2003), “Effect of R&D spillover on firm growth: The case of the electronics and electrical machinery industry in Taiwan”, paper presented at the WEAI meeting in Denver, USA.

Chen, J. R. and Yang, C. H. (2005), “Technological knowledge, spillover

臺灣大學學術期刊資料庫

and productivity: Evidence from Taiwanese firm level panel data", *Applied Economics*, 37, 2361–2371.

Chung, C. (1997), "Division of labor across the Taiwan Strait: Macro overview and analysis of the electronics industry", in B. Naughton (ed.), *The China Circle: Economics and Technology in the PRC, Taiwan, and Hong Kong*, 164–209, Washington, D.C.: Brookings Institution Press.

Coe, D. T. and Helpman, E. (1995), "International R&D spillovers", *European Economic Review*, 39, 859–887.

Durbin, J. (1954), "Error in variables", *Review of the International Statistical Institute*, 22, 23–32.

Fraumeni, B. M. (2001), "E-commerce measurement and measurement issues", *American Economic Review*, 91, 318–322.

Freebairn, J. (2004), "Some market effects of e-commerce", *Singapore Economic Review*, 46, 49–62.

Funke, M. and Niebuhr, A. (2005), "Regional geographic R&D spillovers and economic growth: Evidence from West Germany", *Regional Studies*, 39, 143–154.

Garicano, L. and Kaplan, S. N. (2001), "The effects of business-to-business e-commerce on transaction costs", *Journal of Industrial Economics*, 49, 463–485.

Geroski, P. A. and Pomroy, R. (1990), "Innovation and the evolution of market structure", *Journal of Industrial Economics*, 38, 299–314.

Goss, E. (2001), "The internet's contribution to U. S. productivity growth", *Business Economics*, 36, 32–42.

Hall, B. H. and Mairesse, J. (1995), "Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms", *Journal of Econometrics*, 65, 263–293.

Hausman, J. (1978), "Specification tests in econometrics", *Econometrica*, 46, 1251–1271.

Hollenstein, H. and Worter, M. (2004), "The decision to adopt internet-based e-commerce: An empirical analysis based on Swiss firm-level data", the 10th J. A. Schumpeter Society Conference, Universita Bocconi, Milan.

Iacovou, C. L., Benbasat, I., and Dexter, A. S. (1995), "Electronic data interchange and small organizations: Adoption and impact of technology", *MIS Quarterly*, 19, 465–485.

Jaffe, A. B. (1986), "Technological opportunity and spillovers of R&D: Evi-

臺灣大學學術期刊資料庫

dence form firms' patent, profits, and market value", *American Economic Review*, 76, 984–1001.

Kambil, A. (1995), "Electronic commerce: Implications of the internet for business practice and strategy", *Business Economics*, 30, 27–33.

Katz, M. L. and Shapiro, C. (1985), "Network externalities, competition, and compatibility", *American Economic Review*, 75, 424–440.

Konings, J. and Roodhooft, F. (2002), "The effect of e-business on corporate performance: Firm level evidence", *De Economist*, 150, 569–581.

Lehr, B. and Lichtenberg, F. (1999), "Information technology and its impact on productivity: Firm-level evidence from government and private data sources 1977–1993", *Canadian Journal of Economics*, 32, 335–362.

Litan, R. E. and Rivlin, A. M. (2001), "Projecting the economic impact of the internet", *American Economic Review*, 91, 313–317.

Lu, W. C., Chen, J. R., and Wang, C. L. (2006), "Granger causality test on R&D spatial spillovers and productivity growth", *Applied Economics Letters*, 857–861.

Lucking-Reiley, D. and Spulber, D. F. (2001), "Business-to-business electronic commerce", *Journal of Economic Perspectives*, 15, 55–68.

Madden, G. and Coble-Neal, G. (2002), "Internet economics and policy: An Australian perspective", *Economic Record*, 78, 343–357.

Mairesse, J. and Hall, B. H. (1996), "Estimating the productivity of research and development in French and United States manufacturing firms: An exploration of simultaneity issues with GMM methods", in *International Productivity Differences: Measurement and Explanations*, 285–315, Amsterdam: North-Holland.

Moodley, S. and Morris, M. (2004), "Does e-commerce fulfill its promise for developing country (South African) garment export producers?", *Oxford Development Studies*, 32, 155–178.

Mun, S. B. and Nadiri, M. I. (2002), "Information technology externalities: Empirical evidence from 42 U.S. industries", NBER working paper, no. 9272.

OECD (1999), "Growth of electronic commerce: Present and potential", in *The Economic and Social Impact of Electronic Commerce: Preliminary Findings and Research Agenda*, 27–54, France: OECD Publications.

Oliner, S. D. and Sichel, D. E. (2000), "The resurgence of growth in the late 1990's: Is information technology the story?", *Journal of Economic Perspectives*, 14, 3–22.

臺灣人學學術
期刊資料庫

Romer, P. M. (1986), "Increasing returns and long-run growth", *Journal of Political Economy*, 94, 1002–1037.

Rouvinen, P. (2002), "The existence of R&D spillovers: A cost function estimation with random coefficients", *Economics of Innovation and New Technology*, 11, 525–541.

Solow, R. M. (1957), "Technical change and the aggregate production function", *The Review of Economics and Statistics*, 39, 312–320.

Stock, J. H. and Watson, M. W. (2006), *Introduction to Econometrics*, New York: Addison-Wesley, 2nd edition.

Stock, J. H. and Yogo, M. (2005), "Testing for weak instruments in linear IV regression", in D. W. K. Andrew and J. H. Stock (eds.), *Identification and Inference for Econometric Models: Essays in Honor of Thomas Rothenberg*, 80–108, Cambridge: Cambridge University Press.

Wen, M. (2004), "E-commerce, productivity, and fluctuation", *Journal of Economic Behavior and Organization*, 55, 187–206.

Willis, J. L. (2004), "What impact will e-commerce have on the U.S. economy?", *Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review*, 89, 53–71.

Windrum, P. and Berranger, P. (2004), "Factors affecting the adoption of intranets and extranets by SMEs: A UK Study", the 10th J. A. Schumpeter Society Conference, Universita Bocconi, Milan.

Wong, P. K. and Ngin, P. M. (1997), "Automation and organizational performance: The case of electronics manufacturing firms in Singapore", *International Journal of Production Economics*, 52, 257–268.

Wooldridge, J. M. (2002), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, MA: MIT Press.

——— (2003), *Introductory Econometrics*, South-Western: Thomson Learning Press.

Wu, D. (1973), "Alternative tests of independence between stochastic regressors and disturbances", *Econometrica*, 41, 733–750.

投稿日期: 2006年3月10日, 接受日期: 2009年6月1日

臺灣大學學術期刊資料庫

The Impact of E-commerce Adoption on the Total Factor Productivity of Taiwanese Manufacturing Firms

Ting-Kun Liu

Department of Finance, Chaoyang University of Technology

Jong-Rong Chen and Ying-Tang Huang

Graduate Institute of Industrial Economics, National Central University

Using a newly constructed panel dataset on electronic commerce by Taiwanese manufacturing firms during 1999, 2000 and 2002; this paper explores the impact of electronic commerce adoption on total factor productivity taking into consideration network externalities. Besides the general specification of the e-commerce adoption function, we consider the network externality and the endogeneity of e-commerce adoption. We also evaluate the difference in productivity improvement splitting the data into small and medium, and large firms, and high-tech, and traditional firms. Empirical results show that: (1) the firms with higher intra-industry network externalities and more automatic investment are more likely to adopt e-commerce; (2) the adoption of e-commerce has a positive and significant influence on productivity improvement, particularly for high-tech and large firms.

Keywords: total factor productivity, e-commerce adoption, network externalities, endogenous binary variable

JEL classification: D24, L60

臺灣大學學術期刊資料庫